

## 内部統制は企業の信頼性を高める活動そのもの

～内部統制をどう捉えるか⑩～

総合研究部 山本 祥司

### (要旨)

- 内部統制と品質マネジメントとの間には強い親近性がある。いずれも目的達成のための企業内プロセスで、統制という機能を内在し、企業外部の視点を前提としているなどの点だ。このことは、内部統制の整備と品質マネジメントの整備が双方向で好影響を与える効果が期待できることを意味する。
- 品質管理・品質保証の世界では、内部統制に極めて類似した信頼性解析手法と呼ばれるツールが存在する。「故障の木解析」「故障モード影響解析」「根本原因分析」がその代表的なものだ。
- 故障の木解析は、最も発生しては困る事象をまず設定し、多数想定されるその発生要因を、対策を講じうるレベルの要因まで因果関係に従って系統化し、その中から事象の発生に最も重要な影響を与えるものを抽出するためのツールだ。
- 故障モード影響解析は、システムや製品全体の中で大きな問題を発生させる要因がどこに潜んでいるかわからない時に、部品など構成要素の故障が全体にどのような影響を及ぼすかを解析することで、重要な構成要素を抽出して事前の対策を講じるためのツールだ。
- これらツールの理解・活用は、多くの面で内部統制の実効性確保に有用であり、またいずれも企業の信頼性を高める活動と捉えることができる。

### 1. 内部統制と品質マネジメントとの類似

先に、CSAに関する説明の中で、その品質向上活動等との類似性を指摘した（連載第5回）が、内部統制と品質マネジメント・品質規格の間には実際、強い類似性・関連性がある。

まず本質的な共通点として、両者がいずれも目的達成のための企業内部のプロセスであり、統制（コントロール）を不可欠な機能として内在している点を指摘できる。また、目的についても、内部統制は財務報告の信頼性などの確保、品質規格は顧客満足のためというように異なるが、いずれも企業外部の視点や外部とのつながりを前提としたものだ。資料1で、代表的な品質マネジメントシステム規格であるISO9000とCOSOの構成要素を比較したが、経営者の責任、統制、是正、内部監査など直接的な類似点も見出せる。

この他、COSO枠組みにISO9000を対比

資料1 ISO9000とCOSO枠組みの比較

| ISO9000品質規格    | COSO  |
|----------------|-------|
| 経営者の責任         | 統制環境  |
| 品質システム         | リスク評価 |
| 契約の検証          | 統制活動  |
| 設計統制           | 情報と伝達 |
| 資料・データ統制       | 監視活動  |
| 購買             |       |
| 顧客供給商品の統制      |       |
| 商品の特定とトレーサビリティ |       |
| プロセス統制         |       |
| 検査とテスト         |       |
| 検査・計測・テスト機器の統制 |       |
| テスト条件の検査       |       |
| 非標準品商品の統制      |       |
| 是正・防止活動        |       |
| 取扱・保存・包装・保存・配送 |       |
| 品質記録統制         |       |
| 品質内部監査         |       |
| 教育             |       |
| サービス           |       |
| 統計技術           |       |

(出所) Jeff Ridley “Quality, Governance and Conduct are Important Control Drivers” 1999。

させて統制の評価を行うことは、評価者にとって優れた学習活動となるという指摘がある（注1）。また、ISOの品質マネジメント原則はいずれもCOSOの構成要素に当てはめることができ（顧客重視、リーダーシップ、チームワーク（従業員の熱意ある参加）、分析（意思決定に向けての事実に基づいたアプローチ）、継続的改善など）、さらに、カナダの内部統制ガイドラインであるCOCOは、COSOの最初の4つの構成要素に類似した枠組みを持ちながら、それを米マルコム・ボルドリッジ賞の要求基準にリンクさせているとの指摘もある。

内部統制と品質マネジメントのこうした密接な関係を踏まえれば、既に品質マネジメントシステムの整備を進めている企業は、そこで培った文書化、検証、プロセス指向などのノウハウを内部統制に応用できることになる。また、実効性ある内部統制の整備を進めることは、品質マネジメントの向上にも良い影響を与えるという双方向の効果が期待できる。

（注1）本段落の指摘の出所はいずれも資料1の出所と同じ。ただし、COSO内部統制枠組みと品質マネジメント規格は各々独自に開発されたものとされる。

## 2. 内部統制と類似する信頼性解析手法

品質管理・品質保証の世界では、考え方や手法が内部統制に極めて類似・近接するツールが存在する。それらは、信頼性解析手法と呼ばれ、ISO9000とも密接な関係がある。自社にとって有用か、あるいは取り入れるべきかの判断にはツールの適合性などの観点から検討を要するが、これらツールが広く活用されている手法であることを踏まえれば、考え方や手法のポイントを理解しておくことは、内部統制の整備を進めていく上で十分意味のあることと思われる。以下では、代表的なツールを3つ紹介する。

### （1）故障の木解析

システムや機器などでは、発生しては困る事象がある。その発生の原因となる要因を抽出するためのツールが「故障の木解析（Fault Tree

Analysis：FTA）」だ（注2）。この手法の特徴は、発生してほしくない事象の中でも「最も発生しては困る事象」（「頂上事象」）をまず設定することにある（実際に発生していないうちに）。そして、多数想定されるその事象の発生要因について、FTA図（フォールトツリー図）と呼ばれる図を作成することで、システムや製品の構成要素に対応させながら段階的に因果関係を明らかにし、最終的な要因である異常事象（「基本事象」）を特定した上で、その中の最も重要なものを識別する。上位から下位への分析手法であることから「トップダウン手法」とも呼ばれる。

この手法は、もともと1960年代に米ベル電話研究所においてミサイル制御システム開発のために生み出されたもので、システムや製品の信頼性、安全性、保全性、経済性の向上を図るために用いられる。具体的には、新製品開発やシステム設計段階での信頼性などに関する問題点の摘出、「基本事象」の摘出、摘出された問題点に対する対策案の効果の評価、システムや製品の信頼性の評価、継続的な点検のためのチェックリストの作成、改善策の効果の時系列管理などだ。日本でも、自動車、鉄道、通信システム、電力設備、住宅、建設工事、家電、原子力、航空・宇宙など幅広い産業分野で実用化されている。また、設計・開発段階だけでなく、事故や故障の発生後にその発生要因を解析する手段としても活用されている。

資料2に基本的な作業手順を示した。以下、ポイントとなる手順の概要を述べる。

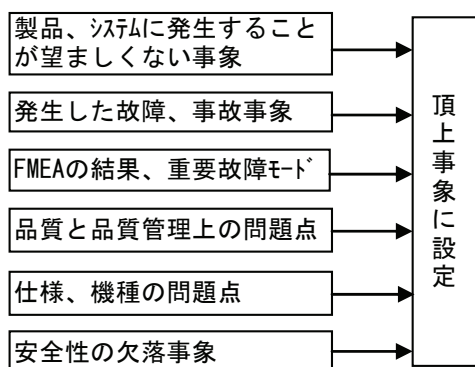
### ①頂上事象の設定

先に述べたとおり、「頂上事象」とは「最も発生しては困る事象」だ。製品設計関係で例を挙げると、信頼性面では、機能喪失、誤動作など、安全性では、火災、死亡、被曝など、経済性では、製品コスト、修理コストなどがある。品質保証・品質管理関係では、製品性能、作業効率に関する問題発生などだ。過去の故障データの分析や故障モード影響解析の結果を頂上事象として設定し解析を行うこともできる。

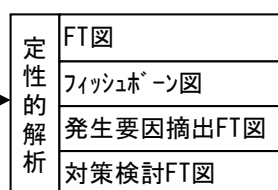
頂上事象の設定後、解析の実施計画を策定す

## 資料2 「故障の木解析」の作業手順

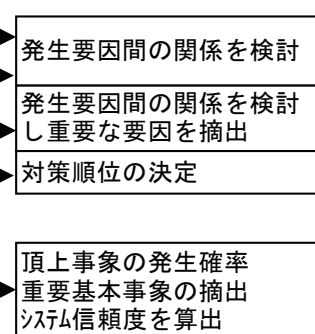
### 〔手順1：頂上事象の設定〕



### 〔手順2：FT図の作成〕



### 〔手順3：解析結果を検討〕



（出所）小野寺勝重「国際標準化時代の実践FTA手法—信頼性、保全性、安全性解析と品質保証」日科技連出版社、2000年。

（注）FMEAとは「故障モード影響解析」のことで、詳細は後述する。フィッシュボーン図（魚の骨図）は特性要因図ともいい、FT図と解析内容は同じだが、主として品質管理の分野で活用される。発生要因抽出FT図、対策検討FT図も後述する。

る（注3）。設定により解析目的と対象範囲が明確化されるので、関与すべき解析チームのメンバーも絞り込める。解析には、対象とするシステムの規模にもよるがかなりの時間を要する場合があるので、設定には所要資源を最小化する意義もある（注4）。解析を中途半端にしないため、頂上事象の表現を明確にしておくことも重要だ。

## ②FT図の作成

FT図は、洗い出した発生要因を木の枝状に整理した図で、事象記号と論理記号で表現される。資料3に、「エンジンが起動しない」を頂上事象とした例を示した。

発生要因を洗い出す手法には、当該システムの構造図等各種図面の活用、類似システムでの故障データの活用、解析チームメンバーによるブレインストーミング、類似システムでの故障の木解析結果の活用などがある。頂上事象発生に大きな影響のある基本事象は洩れなく抽出される必要がある。メンバーが解析の対象となるシステムを理解していないと、適切に要因を洗い出すことはできない。

FT図の作成は、まず頂上事象を一番上に書き、次にそれを発生させる故障事象（例では圧縮不足など）を第一次要因として書く。さらに、その第一次要因を発生させる第二次要因（例えばピストンが動かない）を書く。こうして頂上事象の発生要因を、その要因に対し具体的な対策を講じることができるレベルまでブレイクダ

ウンしていく。それ以上の分解が必要なくなったら、それが頂上事象を発生させる最終的な要因、すなわち「基本事象」になる（図中の円形）。頂上事象と基本事象の間の事象はすべて「中間事象」と呼ぶ。途中の枝分かかれは、各事象の関係を表す論理記号で結ぶ（注5）。こうすることで、頂上事象と発生要因が論理的・合理的に関係づけられることになる。

例では、中間事象はシステムを構成するサブシステムレベル（燃料系統、圧縮系統、スパークプラグ系統）の故障に、基本事象は機器や部品レベルの故障に相当している。

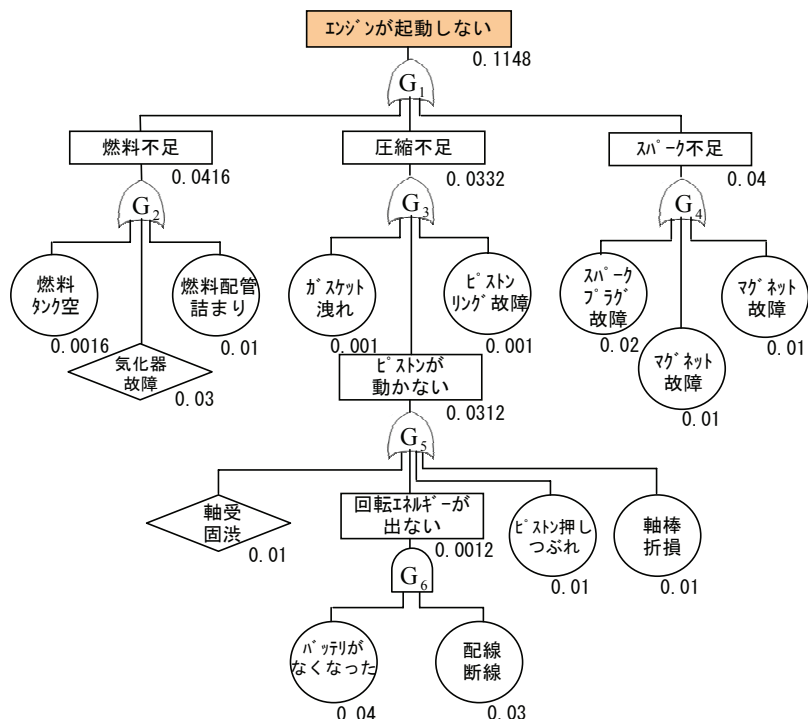
基本事象の多くは、割れ、劣化、誤作動などハードウェアの要因だが、必要な行為をしない（手順忘れなど）、あるいは正しくない行為をする（誤判断など）といったヒューマンエラーも基本事象に含まれる（つまり、頂上事象を発生させないための対策を講じうることを意味する）。

## ③頂上事象の発生確率の算出

信頼性工学では、システムや機器が、与えられた期間に与えられた機能や性能を満足する確率を「信頼度」、それが達成されない確率を「不信頼度」という（注6）。FT図で行う発生確率の計算は「不信頼度」を求める作業にあたる（資料3の各事象右下の数値）。数値で表すことで、頂上事象の発生に影響が大きい基本事象の抽出や、対策の効果測定に活用できる。

## ④重要な基本事象の抽出

資料3 F T図「エンジンが起動しない」と発生確率による信頼度解析



(出所) 小野寺勝重「国際標準化時代の実践FTA手法—信頼性、保全性、安全性解析と品質保証」日科技連出版社、2000年の図7.6、図7.7を修正して当研究所作成。

(注) 図中の記号にはそれぞれ意味がある。長方形は、頂上事象と中間事象、円形は基本事象、ひし形は未展開事象を示す事象記号である（未展開事象とは、さらに展開可能だが、必要性がないなどの理由で展開が途中で止まる事象）。Gのアルファベットで連番を付した記号は、1から5までがORゲート、6がANDゲートと呼ばれる論理記号。図形の右下の数値は発生確率を示す。なお、G4でマグネット故障が2つ示されているのは、出所の図のまま。

作成したF T図を解析し、重要な基本事象を摘出する。それには定量的手法と定性的手法がある。定量的手法には、上述した発生確率を用いるやり方の他、F T図で摘出した基本事象の全部について、発生頻度、影響度、予想される効果、実現性などの項目に分けて点数で数値化し、一定以上の点数の事象を選択するやり方がある（注7）。定性的手法は、過去に発生した事故、メンバーの経験などを生かして、同様の項目につき○、×、△などの相対評価を行うやり方である。こうして得られたメンバーによる検討結果は、関連する担当部署にも検証してもらうことでさらに解析の精度を増すことができる。

## ⑤対策案の検討

重要な基本事象を摘出したら、頂上事象の発生を低減させるための対策案を検討する。その際、信頼性、保全性、安全性の各設計技術を活

用して設計を改善することが有用である。また、コストを最小化するためのコスト有効度も考慮する必要がある。

信頼性設計技術とは、故障の発生ですぐにシステムが使用できなくなることを防ぐための技術だ。単純化・標準化、フォールトトレランス（フェールセーフ）などがある。

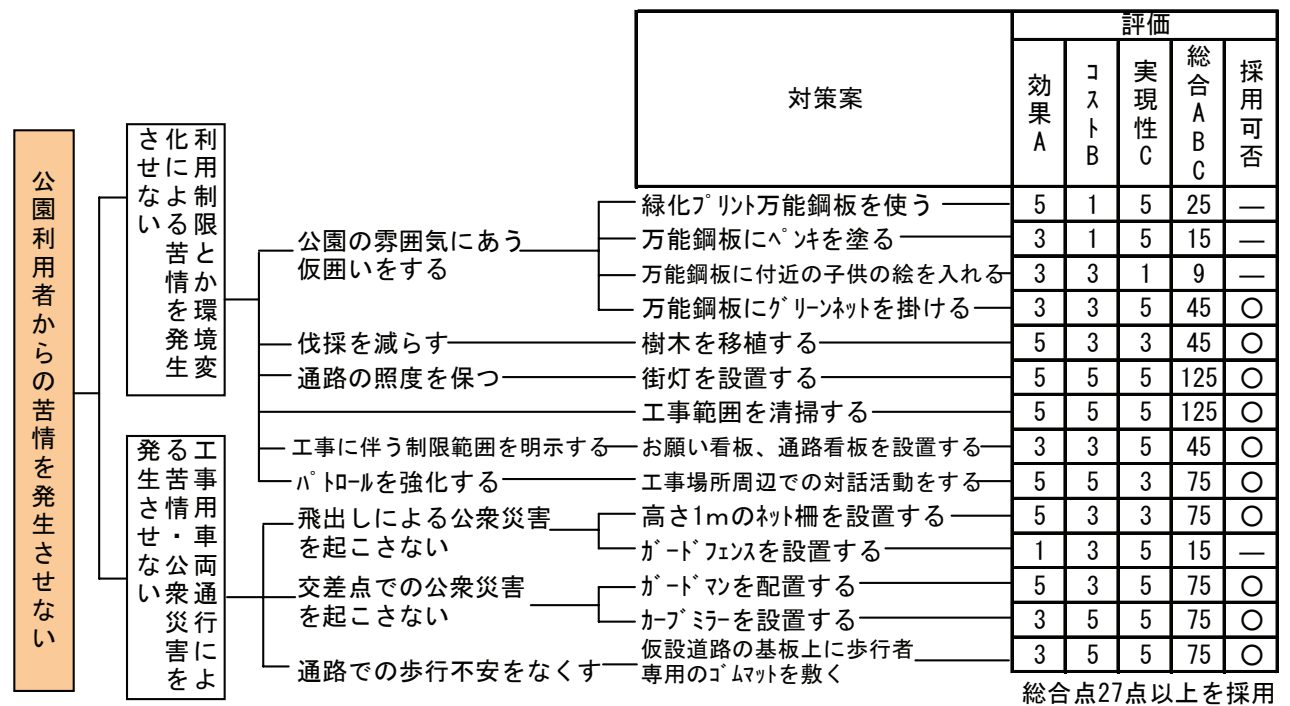
保全性設計技術は、システムの運用段階で、求められる機能・性能、信頼性、安全性などを維持するための保全作業に関連する技術だ。故障検出・診断（警報表示）、修復性（分解・組立ての容易化）などがある。運用期間の長さや担当者の交代を前提に設計する必要がある。

安全性設計技術は、製品に起因する安全上の問題を防止し、故障発生時の被害を最小限に食い止めるための技術だ。事故防止技術と非常時事故拡大防止技術に分けられるが、前者は信頼性設計技術で代用できる。後者には、非常用バックアップ装置などがある。

コスト有効度とは、システムや製品が所定の期間その役割を果たすための総コスト（取得コスト、運用コスト、廃棄コストなどの合計。ライフサイクルコストと呼ぶ）に対し、そのシステムや製品がどの程度高い稼働率を発揮したか、あるいは高い信頼性、保全性、機能を達成したかを数値で表した指標である。

資料4は、対策案の中から最適なものを選択するためのF T図（対策検討F T図）の例だ。発生防止策の選定においても相対的定量評価手法と相対的定性評価手法の2種類があるが、図では定量手法の例として、「送電線工事の円滑な推進」（頂上事象）の中間事象のひとつである「公園利用者からの苦情を発生させない」についての対策検討F T図を示した。利用制限・環境変化による苦情と工事用車両通行による苦情を基本事象とし、それぞれへの対策案を、効

資料 4 送電線工事の対策検討 F T 図



(出所) 小野寺勝重「国際標準化時代の実践 F T A 手法—信頼性、安全性解析と品質保証」日科技連出版社、2000 年。

果、コスト、実現性の 3 つの要素の積で評価している。なお、定性手法は、○、×、△などで評価するやり方である。

以上が故障の木解析の中心となる手順だ。この手法は、システムや製品、工事などの企画・設計・製造・保全において単発的に用いることも可能だが、社内の品質保証もしくは信頼性保証プログラムの中に組み込んで確実に実行できるようにしておくことにより、運営面の安定性を増すことができる。

ここで、内部統制とこのツールの関係を考えてみたい。

内部統制は、経営による組織の目的達成を支える手段だ。目的は様々に設定できるが、制度化された内部統制においては、企業不祥事の防止がとりわけ重要な目的として想定されているといえるだろう。

内部統制をそのように理解した上で故障の木解析をみると、内部統制で防止が求められる企業不祥事の発生を頂上事象に設定することにより、故障の木解析の手順を内部統制に応用できるのではないかと考えられる(注8)。つまり、特定のシステムや製品について故障の木解析を

実施し、その結果を内部統制のプロセスに組み込めるのではないかということだ。また、既に故障の木解析を行っている業務があれば、その結果を内部統制で利用することもできよう。既に大きな事故が発生してしまい、その原因が不明確である場合も、故障の木解析を活用できると考えられる(注9)。

故障の木解析における発生要因の論理的な抽出、定量・定性手法による重要性の科学的評価といったアプローチは、制度化された内部統制において求められる「わかる化」、ハイレベルな実効性や対外説明力を確保する上で有効に働くと思われる。また、視覚的にもわかりやすく、持続的な改善、保全が可能な文書を、記録として残すことも可能になる。

さらに、内部統制における統制(リスク対応)の検討においても、信頼性、安全性設計技術の手法や考え方の援用が可能と考えられる。信頼性、安全性を高めることは、リスクを低減させることと同義だからだ。また、その場合の統制手段は費用対効果を考慮した上で決めるべきだが、この点でも対策検討 F T 図などの手法を用いることが有用だろう。

## （２）故障モード影響解析

次に、「故障モード影響解析（Failure Mode and Effects Analysis：FMEA）」と呼ばれるツールの概要を説明する（注10）。

これは、製品及びプロセスなどについて、問題発生前にそれを識別し予防する手法だ。大きな問題を発生させる要因がどこに潜んでいるかわからない時に用いられる点に特徴がある。製品であれば、それを構成する機器・部品などが故障したとしてその故障が製品全体にどのような影響を及ぼすかを解析し、大きな影響を及ぼす機器・部品を摘出する。システムやプロセスについても同様に、低いレベル（部品など構成要素）から高いレベル（システム全体）への順序で解析を進める帰納的手法であることから、「ボトムアップ手法」とも呼ばれる。「故障の木解析」とは逆の流れだ。故障の木解析は、問題発生前後いずれでも用いられるが、こちらは問題発生前に予防的に対処するツールである。

この手法は、部品などの構成要素がシステム全体の信頼性、保全性、安全性などに及ぼす影響を解析し、重大な故障を導きうる要素を摘出して事前にそれへの対策を講じることで、品質

管理上の改善や、信頼性などに関する設計、製造、建設あるいは運用上の改善を行い、対象となったシステムの信頼性などを向上させることが狙いとなる。もともと1949年の米国軍用規格が最初とされ、日本でも、自動車、鉄道、電力設備、家電・情報、建設・住宅、航空・宇宙、医療など幅広い産業分野で実用化されている。対象は一般にはハードウェアだが、ヒューマンエラーの防止にも活用されている。

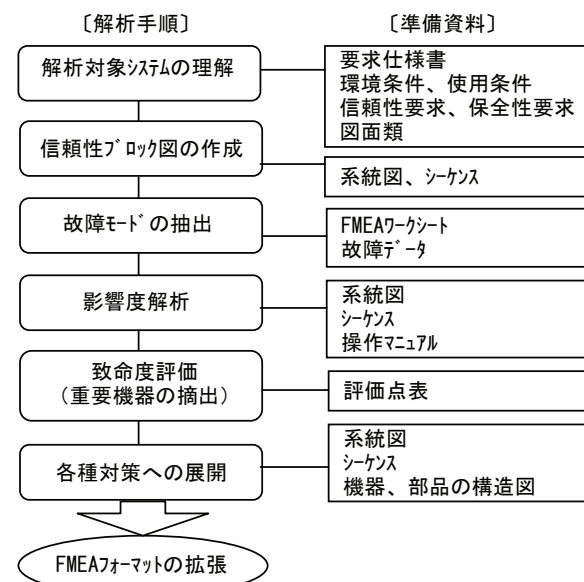
故障モード影響解析は、「機器」（解析対象となる最小の部分）ごとに「故障モード」を抽出することから始まる。資料5に基本的な作業手順を示した。以下、主要な手順について概要を述べる。

### ①信頼性ブロック図の作成

信頼性ブロック図は、解析対象となる機器を特定するために、システムの構成要素を機能ごとに表したものだ。例として資料6で、機器冷却システムの4つの機能（サブシステム）と、それぞれに対応する構成要素（解析対象となる機器）を示した（注11）。

この図により、サブシステムや機器の相互依存関係や、リスクバッファ的位置付けにあるものがあればどれかを明らかにできる。また、解析対象となる機器のレベルを揃えられる。

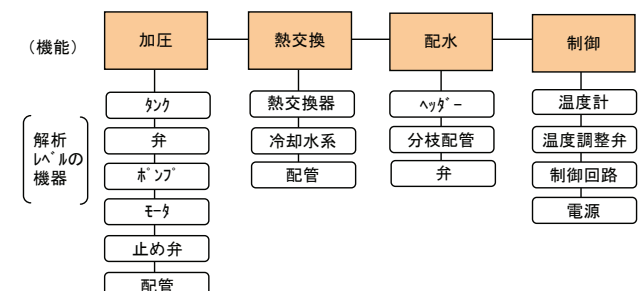
資料5 「故障モード影響解析」の作業手順



（出所）小野寺勝重「FMEA手法と実践事例—品質管理と信頼性、保全性、安全性解析、医療事故防止—」日科技連出版社、2000年。

（注）系統図は、電気配線、給排水管、空調ダクトなど各機器のつながりを図示したもの。シーケンスは、電気で作動される機械や機器を、定められた順序に従って動作させること、もしくはそれを図示したもの。

資料6 機器冷却システムの信頼性ブロック図



（出所）小野寺勝重「FMEA手法と実践事例—品質管理と信頼性、保全性、安全性解析、医療事故防止—」日科技連出版社、2000年。

### ②故障モードの抽出

故障とは解析対象である機器や部品の機能の障害であり、「故障モード」とは、故障が発生している時の機器や部品の状態である（注12）。

システムの最下位に位置する部品・機器の故障モードの抽出は、故障モード影響解析の最も

重要なプロセスだ。この段階で抽出されなければ、対応策が取られないことになるからだ。抽出の手法には、ブレンストーミング法、類似システムでの故障データの活用、他社事例などの蓄積データ活用、一般的な故障モードの参照、図面の検討などがある。当然ながら、解析チームのメンバーは対象となるシステムを十分理解している必要があり、また使用条件、現場での使用環境等も把握しておかなければならない。

### ③影響の解析

抽出した故障モードは、影響度の解析、致命度の評価を行い、対策を検討するためのフォーマットであるFMEAワークシート上に、信頼性ブロック図で解析対象とした機器毎に記入する（後述、資料7参照）。

影響解析は、システムに大きな影響を与える部品や機器を摘出するために行われる。故障モード毎に、上位のサブシステム、システムへの影響を解析する。解析項目は、機能・性能、信頼性・保全性、安全性、経済性が基本的なものだが、それぞれの重みはシステム毎に異なるので、システム毎に検討の上決定する必要がある。

故障モードの中には、上位のシステムに影響しないものや、逆に、解析範囲を超えて社会環境や一般公衆への影響を引き起こすものもある。後者の場合、ワークシートの影響欄を増やして更なる解析を行う必要がある（資料5の手順中、FMEAフォーマットの拡張に相当）。例として、自然環境の破壊性、公共性などが挙げられる（注13）。

### ④致命度の評価

致命度は、故障モード毎の影響度の解析結果を定量化し、優先順位をつけるための指標だ。次の式で評価する。

「致命度＝故障モードの発生頻度×影響度」

故障モードの発生頻度と影響度は、予め定めた評価点表にあてはめ計算する。解析項目が、例えば性能、安全性、経済性の3つであれば、影響度はそれらの和となる。

致命度の他に重要な故障モード摘出の手法として、危険優先数（Risk Priority Number：RPN）というものもある。次の式で評価する。

「危険優先数＝故障モードの発生頻度×影響度×検出度」

危険優先数は、故障モードが検出される程度を評価し、その発生をできるだけ早い段階（例えば工場での製造段階）で検知して、故障要因を持った製品を出荷させないために用いられる。

致命度における発生頻度と影響度を縦軸と横軸とし、リスクマトリックスの形で表すこともできる。例えば、発生頻度、影響度をそれぞれ5段階のマトリックスとするなどが考えられる。数値に基づくデータで示せない項目の場合は、評価者間の差を減らすため、故障事例を具体的に例示するなどして客観性の確保を目指す必要がある。

### ⑤対策の検討

致命度や危険優先数を評価することで、対策の必要性を判断することが可能となる。対策としては、例えば、品質管理やシステム設計の改善、保全作業計画への反映、取扱説明書への追記などがありうるが、システム毎に異なる。対策案の検討にあたっては、故障の木解析同様、信頼性設計技術、保全性設計技術、安全性設計技術を活用できる。

資料7では、消火器の開発に先立つ故障モード影響解析のケーススタディで示されたFMEAワークシートを例として示した（注14）。

このケーススタディでは、故障モードはブレンストーミング法により洗い出されたことになっている。またその際、消火器の設計図や製品仕様書を参照して、製品全体をホース、タンク、チャージゲージ、バルブ機構に分けて解析しており、信頼性ブロック図は用いられていない。故障モードはホースで3つ、タンクで3つ、チャージゲージで2つ、バルブ機構で2つが洗い出された。そして影響度（厳しさ）、発生頻度と検出可能性を評価し、危険優先数（リスク優先数）を算出している。解析チームメンバーは、現行の管理方法を踏まえて危険優先数の高い故障モードについて、その低減のための推奨処置を決定した（注15）。また、6週間という期限を切って製品の立ち上げ前に是正処置を完了することとし、最終的に処置後の危険優先数

## 資料7 消火器開発に先立つ故障モード影響解析のFMEAワークシート

プロジェクト名: 消火器  
FMEAチーム: 消火器FMEAチーム  
チームリーダー: ケビン

FMEA番号: 019  
FMEA日付 (初版): 3/5  
(改訂)  
頁 1/1

| FMEAアセス   |                |                                             |     |                         |      |                                  |       |        |                                                 |             | 処置結果                               |     |      |       |        |
|-----------|----------------|---------------------------------------------|-----|-------------------------|------|----------------------------------|-------|--------|-------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|-----|------|-------|--------|
| 品目機能      | 潜在的故障モード       | 潜在的故障影響                                     | 厳しさ | 潜在的故障原因                 | 発生頻度 | 現行の管理                            | 検出可能性 | リスク優先数 | 推奨処置                                            | 責任者、完了目標期日  | 取られた処置                             | 厳しさ | 発生頻度 | 検出可能性 | リスク優先数 |
| ホース       | 割れ             | 着火しない                                       | 010 | 出荷途上に異常な高温又は低温にさらされる    | 005  | ・断熱包装材の使用<br>・小売店への室温調節された状態での出荷 | 006   | 300    | 耐熱性ホースの使用                                       | ケビン: 4/1    | 耐熱性ホースへ変更                          | 010 | 002  | 006   | 120    |
|           | ピンホール          | 放出圧力の低下                                     | 008 | 製造工程中のホースへの損傷           | 008  | ホース加工工程での鋭角な道具は使わない              | 004   | 256    | ホースに保護用コーティングを施す                                | K. C.: 4/15 | ホース用の耐パンチパールの購入                    | 008 | 005  | 004   | 160    |
|           | 詰まり            | 放出しない                                       | 010 | ホース内部の異物                | 006  | 受入れ検査でホースを加圧して通気テスト              | 003   | 180    | なし                                              |             |                                    | 010 | 006  | 003   | 180    |
| タンク       | ペイント皮膜が粗く一定でない | 局所的な金属素地面のさびがタンクを破損させる                      | 010 | ペイント塗装ラインでの塗装量が少ない      | 006  | 自動在庫管理システム                       | 002   | 120    | なし                                              |             |                                    | 010 | 006  | 002   | 120    |
|           |                |                                             | 010 | ペイントの塗装スペーサーが部分的に詰まっている | 009  | 定期的なパウル洗浄の実施                     | 004   | 360    | 使用するときパウルが乾燥しないようにする。使用しないときはパウル油に漬けておく         | タイラー: 3/15  | 新しい手順を設けた                          | 010 | 003  | 004   | 120    |
|           | タンクがへこむ        | 金属が弱くなりタンクが破損する                             | 010 | 製造中にタンクを落としてしまう         | 010  | タンクを取り上げる場所には床にパッドを敷く            | 006   | 600    | タンクをつかみやすいような形状にする                              | ケビン: 4/1    | つかみやすいような形状に設計され、発注中               | 010 | 003  | 006   | 180    |
|           | パウルが正しく接着されない  | 使用時に手から落とす                                  | 008 | のりの種類を変更する              | 003  | のりの規格を制定                         | 002   | 48     | なし                                              |             |                                    | 008 | 003  | 002   | 48     |
|           |                | 操作指示書を読めない                                  | 007 | 湿気が高すぎる                 | 005  | 製造工場での環境管理                       | 004   | 140    | なし                                              |             |                                    | 007 | 005  | 004   | 140    |
| チャージゲージ   | 不正確な読み         | ・誤ってゲージを低く読むと過大な数値となる<br>・ゲージを高く読むと過小な数値となる | 010 | ゲージは校正されていない、又は校正が正しくない | 007  | ゲージの校正を無作為に検査する                  | 005   | 350    | ・入荷ゲージの全数検査<br>・供給者と共同して品質を改善する<br>・オーバーフロー値の設定 | シェーン: 4/1   | より信頼度の高い供給者へ変更                     | 008 | 004  | 002   | 64     |
|           | ガラスの破損         | ・ゲージの故障、不調、異常、誤動作<br>・ガラスの破片で使用者を傷つける       | 008 | 弱いガラス又は非強化ガラス           | 003  | 受入れ検査でのガラス破壊試験                   | 004   | 96     | なし                                              |             |                                    | 008 | 003  | 004   | 96     |
|           |                |                                             |     | ガラスへの鋭い衝撃               | 006  | なし                               | 009   | 432    | プラスチック製強化ガラスの採用                                 | シェーン: 4/1   | 試験済みプラスチック製ガラスが現在仕様化されている          | 003 | 003  | 005   | 45     |
| パールの機構    | 安全ピン紛失         | ・消火器を制御できない<br>・わずかな漏れでタンクが空になる             | 010 | ピン径が細すぎて抜け落ちる           | 007  | ピンの直径を受入れ検査で確認                   | 002   | 140    | なし                                              |             |                                    | 010 | 007  | 002   | 140    |
|           |                |                                             |     | 製造工程でピンはセットされていない       | 009  | なし                               | 009   | 810    | 消火器の数に合わせた正確な数のピンを供給する                          | タイラー: 3/15  | 製造システムを変更して要求数に応じた正確な数量の組立用部品を供給する | 010 | 003  | 003   | 90     |
|           | ハンドル固着         | 消火器を作動できない                                  | 010 | ハンドルがさびている              | 005  | さび抑制金属の使用                        | 009   | 450    | 防せい金属への切替え                                      | ケビン: 4/1    | 現在は供給者は亜鉛めっきを採用                    | 010 | 001  | 009   | 90     |
|           |                |                                             |     | ハンドル用スプリングが固すぎる         | 004  | スプリングの受入れ検査                      | 001   | 40     | なし                                              |             |                                    | 010 | 004  | 001   | 40     |
| 処置前のRPN合計 |                |                                             |     |                         |      |                                  |       | 4322   | 処置後のRPN合計                                       |             |                                    |     |      |       | 1633   |

(出所) R. Medermott 他著、今井義男訳「FMEAの基礎—故障モード影響解析」日本規格協会、2003年。

の減少を確認している。結果は、報告書として経営者に提出された。設例では、このように解析の経緯と対策をルール化、文書化し持続的に実施させるための処置が施されている。

以上が故障モード影響解析の主な手順だ。この手法も、故障の本質解析同様、単発的に用いることも、社内の品質保証プログラムなどに組み込むこともできる。

内部統制とこのツールの関係を考えると、内部統制は、まず目的ありきなので、アプローチとしては「頂上事象」を先に設定する故障の本質解析のトップダウン手法に近い。故障モード影響解析はそれとは逆にボトムアップ手法だが、内部統制の実効性確保の観点からは次のような

メリットを見出すことができる。

まず、故障モード影響解析が問題発生前に予防的に対処するツールである点だ。内部統制も、企業不祥事などの問題が発生しないよう事前の態勢整備を図るツールであることから、特に、新たな製品、システムなどの設計段階において、不祥事につながる問題がないか事前に検出できることが、内部統制における予見可能性を高める上で大きな意味があると考えられる。また、故障モード影響解析を実施したシステムやプロセスが、内部統制の評価を行おうとする範囲と重なっていれば、解析結果を参照することで重要なリスクの識別も容易になろう。例えば、消火器の安全性の確保を目的とする内部統制の評価をトップダウン的に行おうとする際、故障モ

ード影響解析を行っていけば、最も影響のある故障モードは既に特定され、最も有効な対策（統制）も実施済みのはずだからだ。

さらに、故障の木解析同様、故障モード影響解析で用いられている考え方や手法も、論理的・合理的に重要なものを見つけ出す仕組みであり、それらに習熟することの内部統制へのプラスの効果が期待できる。例えば致命度は、内部統制において残余リスクの大きさを評価するマトリックス同様、影響度と頻度で評価する手法だ。また、想定した範囲を超えた影響の解析が組み込まれている点も、制度化された内部統制で防止すべき企業不祥事の発生を食い止める上では有用と思われる。

プロセスにおける視覚的わかりやすさ、結果が文書化されること、あるいは対応策において信頼性設計技術などの応用が可能であることなども、内部統制との関連で故障の木解析と同様のメリットを発揮すると考えられる。

以上の通り、故障の木解析も故障モード影響解析も、その手順に、実効性ある内部統制に必要な多くの要素を含んでおり、その理解・活用は内部統制の整備に有用と考えられる。

内部統制の目的として、外部の「信頼」を裏切る重要な事象の設定が極めて大切であることは既に指摘した（連載第7回）が、信頼性解析手法（次号で紹介する「根本原因分析」も含む）も、システムや製品の品質管理・品質保証のためのツールであり、信頼性を確保するためのものだ。このことは、これらツールが内部統制の実効性確保に役立つことを示しているだけでなく、内部統制の整備が企業の信頼性を高める活動そのものであることを示しているともいえる。

次回最終回では、「根本原因分析」を紹介した後に、内部統制全体についてまとめたい。

（注2）小野寺勝重「国際標準化時代の実践FTA手法—信頼性、保全性、安全性解析と品質保証」日科技連出版社、2000年。なお、本節における故障の木解析に関する記述の多くは同書による。

- （注3）関与するメンバーの選定、活動計画の策定、解析条件の設定（例えば製品の取扱者に子供を含めるなど厳しい条件を設定することで、信頼性、安全性を高める）、必要情報の決定（資料、データ）などが含まれる。
- （注4）例えば、発電プラントのような大規模システムで新たに故障の木解析を実施するような場合には、1～2年かかることもある。
- （注5）ORゲートは、入力事象（燃料タンク空など）のうちひとつが存在する時、出力事象（燃料不足）が発生することを表す（確率は近似的に入力事象の和）。ANDゲートは、入力事象の全てが発生した時に出力事象が発生することを表す（確率は入力事象の積）。論理記号にはこのほか制約ゲートなどがある。なお、論理記号はまだ国際的に統一されていない。
- （注6）例えば、現在正常に作動している自動車が1年後に故障する確率が不信程度である。
- （注7）これは発生要因抽出FT図と呼ばれるが、品質管理分野でフィッシュボーン図（特性要因図）、要因系統図と呼ばれるものと類似している。
- （注8）この時、単に企業不祥事の防止では頂上事象になりえない。要因が洗い出せるような具体的表現である必要がある。
- （注9）頂上事象の発生原因が不明確ということは、何が要因であるか、また発生に至るロジックがわかっていないことを意味しているため、考えられる全ての要因を洗い出して対策を検討する必要がある。
- （注10）小野寺勝重「FMEA手法と実践事例—品質管理と信頼性、保全性、安全性解析、医療事故防止—」日科技連出版社、2006年。一般にはFMEAと略称されるが、ここでは日本語訳である「故障モード影響解析」を用いている。なお、資料7に関連する部分を除き本節における故障モード影響解析に関する記述の多くは同書による。
- （注11）分解のレベルは、故障モードの抽出と発生確率の把握が可能なレベルであること、また、設計や製造工程改善の対応策が取れる最小レベルであることが必要である。仕様書などで事前にわかっている場合は省略できる。
- （注12）後に示す資料7を用いていえば、例えば、解析対象である品目（ホース）の故障モードは「割れ」「ピンホール」「詰まり」になる。
- （注13）結局、必要なすべての解析項目を解析する必要があるということだ。
- （注14）R. Mcdermott 他著、今井義男訳「FMEAの基礎—故障モード影響解析」日本規格協会、2003年。なお、資料7に関する記述は同書による他、同書を参照した記述を行っている。
- （注15）設例では、故障モードのパレート図を作成し、危険優先数が200以上の項目を対象として改善を行えば全故障モードの半分以上を網羅することになるので、その水準を足切りとして処置を講じたこととされている。

（続く）

やまもと しょうじ（主任研究員）